

# OPTICAL FIBER AND OPTICAL AMPLIFIER

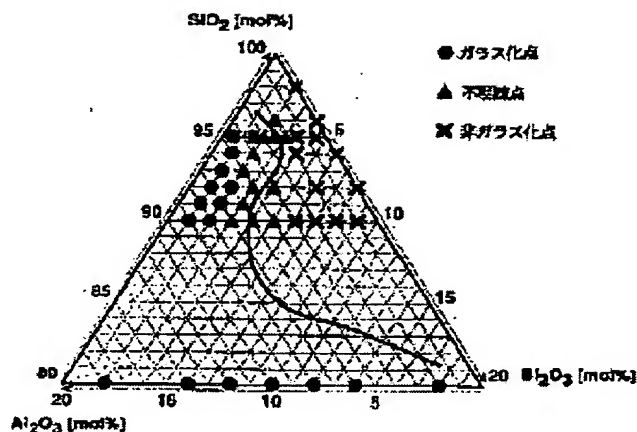
Patent number: JP2002252397  
Publication date: 2002-09-06  
Inventor: FUJIMOTO YASUSHI; NAKATSUKA MASAHIRO  
Applicant: JAPAN SCIENCE & TECH CORP  
Classification:  
- international: H01S3/06; C03C13/04; G02B6/00; H01S3/094; H01S3/10  
- european: C03C13/04D2  
Application number: JP20010047098 20010222  
Priority number(s): JP20010047098 20010222

[Report a data error here](#)

## Abstract of JP2002252397

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a highly efficient optical fiber and optical amplifier which are suitable for the amplification of a 1.3- $\mu\text{m}$  band.

**SOLUTION:** In the optical amplifier, the optical fiber which is made of Bi-doped silica glass expressed by  $x\text{Bi}_2\text{O}_3 - y\text{Al}_2\text{O}_3 - (1-x-y)\text{SiO}_2$  ( $x < y$ ) and containing  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  in the amount of 0.1-10.0 mol% and  $\text{Al}_2\text{O}_3$  in the amount of 2-20 mol% and conducts light amplification of the 1.3  $\mu\text{m}$  band for semiconductor laser excitation of a 0.8  $\mu\text{m}$  band is used.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-252397

(P2002-252397A)

(43) 公開日 平成14年9月6日 (2002.9.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード (参考)
H 0 1 S 3/06		H 0 1 S 3/06	B 2 H 0 5 0
C 0 3 C 13/04		C 0 3 C 13/04	4 G 0 6 2
G 0 2 B 6/00	3 7 6	G 0 2 B 6/00	3 7 6 A 5 F 0 7 2
H 0 1 S 3/094		H 0 1 S 3/10	Z
3/10		3/094	S
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-47098 (P2001-47098)

(22) 出願日 平成13年2月22日 (2001.2.22)

特許法第30条第1項適用申請有り 2000年9月3日  
(社) 応用物理学会発行の「2000年 (平成12年) 秋季  
第61回応用物理学会学術講演会 講演予稿集 第2分  
冊」に発表

(71) 出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(72) 発明者 藤本 靖

大阪府茨木市島2-14-39 島千歳ハイツ  
202号

(72) 発明者 中塚 正大

奈良県生駒市緑ヶ丘1425-78

(74) 代理人 100089635

弁理士 清水 守

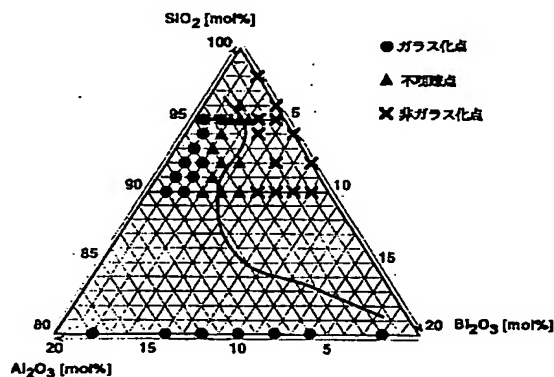
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ及び光増幅器

(57) 【要約】

【課題】 1.3  $\mu$ m帯の増幅に適した高効率の光ファイバ及び増幅器を提供する。

【解決手段】 光増幅器において、Biをドープした石英ガラス ( $x\text{Bi}_2\text{O}_3 - y\text{Al}_2\text{O}_3 - (1-x-y)\text{SiO}_2$ ) が、モル%で  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  は0.1から10.0%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  は2から20%で、かつ、 $x < y$  であり、0.8  $\mu$ m帯の半導体レーザー励起で、1.3  $\mu$ m帯の信号光増幅を行う光ファイバを用いる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】  $\text{Bi}$  をドープした石英ガラス  $(x\text{Bi}_2\text{O}_3 - y\text{Al}_2\text{O}_3 - (1-x-y)\text{SiO}_2)$  が、モル%で  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  は0.1から10.0%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  は2から20%で、かつ、 $x < y$ であることを特徴とする光ファイバ。

【請求項2】 請求項1記載の光ファイバにおいて、前記  $\text{Bi}$  からの発光であり、原子価が3又は5であることを特徴とする光ファイバ。

【請求項3】  $\text{Bi}$  をドープした石英ガラス  $(x\text{Bi}_2\text{O}_3 - y\text{Al}_2\text{O}_3 - (1-x-y)\text{SiO}_2)$  が、モル%で  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  は0.1から10.0%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  は2から20%で、かつ、 $x < y$ であり、1.3  $\mu\text{m}$ 帯の信号光増幅を行う光ファイバを用いたことを特徴とする光増幅器。

【請求項4】 請求項3記載の光増幅器において、0.8  $\mu\text{m}$ 帯の半導体レーザ励起により1.3  $\mu\text{m}$ 帯の信号光増幅を行うことを特徴とする光増幅器。

【請求項5】 請求項4記載の光増幅器において、前記0.8  $\mu\text{m}$ 帯の半導体レーザ励起は、0.8  $\mu\text{m}$ 帯の  $\text{GaAlAs}$  系半導体レーザによることを特徴とする光増幅器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ファイバ及びそれを用いた光増幅器に係り、特に、シングルモード光ファイバの1.3  $\mu\text{m}$ 帯の信号光増幅に有用な、 $\text{Bi}$ （ビスマス）ドープ石英ガラスを用いた光ファイバ及び光増幅器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 情報通信における光伝送路として主に使用されている光ファイバは、伝送距離や帯域の観点からシングルモード光ファイバが主流である。その光の波長としては1.3  $\mu\text{m}$ 帯と1.5  $\mu\text{m}$ 帯があり、特に、通信系には、1.3  $\mu\text{m}$ 帯が使われている。1.3  $\mu\text{m}$ 帯は石英ファイバが零分散を示す波長であり、伝送歪みの少ない光通信が可能である。1.5  $\mu\text{m}$ 帯における伝送では分散を補償した特殊な光ファイバを用いることで歪を低減させるためコスト高になる。長距離に光信号を伝送する光ファイバ伝送システムは、途中、光信号を増幅するために光ファイバ増幅器を有している。光を光のまま増幅する方式として、1.5  $\mu\text{m}$ 帯ではエルビウム（ $\text{Er}$ ）をドープした光ファイバ増幅器やラマン増幅器が実用化されている。

【0003】 図10は従来の半導体光増幅器の構成図である。

【0004】 この図において、101は入射端、102、105は光ファイバ、103は入力光信号、104は半導体レーザ、106は出力光信号、107は出射端である。入力光信号103は半導体レーザ104によ

て増幅され、出射端107から出力される。

【0005】 図11は従来の光ファイバ増幅器の構成図である。

【0006】 この図において、111は入射端、112、115、117は通常の光ファイバ、113は入力光信号、114は励起部としての半導体レーザ、116は増幅部（希土類ドープファイバ）、118は出力光信号、119は出射端である。半導体レーザ114からの励起光を増幅部116へ送ると、この増幅部116からは増幅された出力光信号118が出射端119から出力される。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記したエルビウムをドープした光ファイバ増幅器は1.3  $\mu\text{m}$ 帯の増幅には適していない。このためブラセオジウム（ $\text{Pr}$ ）をドープしたフッ素系の光ファイバ増幅器が開発された（特開平5-75191号、特開平7-149538号参照）。

【0008】 しかしながら、それはフッ化物系のファイバであるため、伝送路に使われている石英系ファイバとのマッチングの問題やコストアップの課題がある。

【0009】 また、ネオジウム（ $\text{Nd}$ ）ドープファイバは、1.3  $\mu\text{m}$ 帯ではESA（Excited State Absorption：励起状態吸収）の影響が大きく効率が悪くなる。

【0010】 また、ラマン増幅器はその効率が高々5%である。

【0011】 本発明は、上記問題点を除去し、高効率の1.3  $\mu\text{m}$ 帯の増幅に適した光ファイバ及び増幅器を提供することを目的とする。

【0012】 また、光を励起する半導体レーザとして、0.8  $\mu\text{m}$ 帯の  $\text{GaAlAs}$  系半導体レーザが使用できれば、小型、安価で実用的な光増幅器の励起用光源になる。

【0013】 本発明は、0.8  $\mu\text{m}$ 帯の励起で、1.3  $\mu\text{m}$ 帯の光信号増幅器を作ることにある。

【0014】 本願発明者らは、既に  $\text{Bi}$  ドープ石英ガラスに関する提案をしている（特開平11-29334号）。これは、石英ガラスにゼオライトを均一に分散し、ゼオライトのユニットセル内の中央に  $\text{Bi}$  がクラスタ化されてドープされているものである。

【0015】 また、吸収ピークとして500nmと700nmを示し、800nm近辺はない。 $\text{Bi}$  ドープの光増幅器の研究を進め、組成、製法で先行した既出願とは異なり、本発明では、0.8  $\mu\text{m}$ 帯で1.3  $\mu\text{m}$ 帯の発光する増幅器材料を見い出した。

## 【0016】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕 光ファイバにおいて、 $\text{Bi}$  をドープした石英ガラ

ス $[x\text{Bi}_2\text{O}_3 - y\text{Al}_2\text{O}_3 - (1-x-y)\text{SiO}_2]$ が、モル%で $\text{Bi}_2\text{O}_3$ は0.1から10.0%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ は2から20%で、かつ、 $x < y$ であることを特徴とする。

【0017】(2)上記(1)記載の光ファイバにおいて、前記 $\text{Bi}$ からの発光であり、原子価が3又は5であることを特徴とする。

【0018】(3)光増幅器において、 $\text{Bi}$ をドープした石英ガラス $[x\text{Bi}_2\text{O}_3 - y\text{Al}_2\text{O}_3 - (1-x-y)\text{SiO}_2]$ が、モル%で $\text{Bi}_2\text{O}_3$ は0.1から10.0%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ は2から20%で、かつ、 $x < y$ であり、1.3 $\mu\text{m}$ 帯の信号光増幅を行う光ファイバを用いたことを特徴とする。

【0019】(4)上記(3)記載の光増幅器において、0.8 $\mu\text{m}$ 帯の半導体レーザ励起により1.3 $\mu\text{m}$ 帯の信号光増幅を行うことを特徴とする。

【0020】(5)上記(4)記載の光増幅器において、前記0.8 $\mu\text{m}$ 帯の半導体レーザ励起は、0.8 $\mu\text{m}$ 帯のGaAlAs系半導体レーザによることを特徴とする。

【0021】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0022】まず、ガラス作製について説明する。

【0023】 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ の各粉末(市販品)を所望のモル比になるように秤量し、乳鉢にて粉碎・混合する。実験では合計2gにした。それから、それを石英るつばに入れ、1750℃で、1時間保持し、徐冷して板状のガラスを作製した。

【0024】図1は本発明にかかる $\text{Bi}$ (ビスマス)をドープした石英ガラスの組成図である。

【0025】 $x\text{Bi}_2\text{O}_3 - y\text{Al}_2\text{O}_3 - (1-x-y)\text{SiO}_2$ であり、モル%で $\text{Bi}_2\text{O}_3$ は0.1から10.0%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ は2から20%で、かつ $x < y$ であり、三角形のほぼ左半分に対応する。

【0026】なお、これは、 $x < y$ の領域がクリアなガラスになる。 $\text{SiO}_2$ が80%以下では石英系ガラスの特性が損なわれる。これは、 $\text{Bi}$ 、特に、 $\text{Bi}^{3+}$ からの発光であると思われる。

【0027】(実施例1)モル比で $\text{Bi}_2\text{O}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 0.3 : 2.2 : 97.5$ (重量比で2.3 : 3.7 : 94)、833nmでの発光特性を図2に示す。

【0028】この図2において、横軸は波長(nm)、縦軸は強度(相対単位)を示している。

【0029】ここで、その分光透過特性は、図3に示される。この図において、横軸は波長(nm)、縦軸は透過度(%)を示している。

【0030】この図から明らかなように、泡が多くその透過度は30%と低い。これは端面反射の影響もある

が、1.3 $\mu\text{m}$ 帯では自己吸収がない。

【0031】また、X線回折は図4に示されるが、試料が非晶質であることを示している。

【0032】更に、蛍光寿命は、図5に示されるように、室温での蛍光寿命は630 $\mu\text{s}$ と長い。従来の結晶では、数 $\mu\text{s}$ であることからすると、随分と長い蛍光寿命を有する。

【0033】(実施例2)モル比で $\text{Bi}_2\text{O}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 3 : 7 : 90$ (重量比で18.6 : 9.5 : 72)、833nmでの発光特性は、図6に示される。この図6において、横軸は波長(nm)、縦軸は強度(相対単位)を示している。

【0034】分光透過特性は、図7に示される。この図7において、横軸は波長(nm)、縦軸は透過度(%)を示している。その透過度は端面反射の影響で80%が上限である。

【0035】(実施例3)モル比で $\text{Bi}_2\text{O}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1.5 : 3.5 : 95$ (重量比で10.3 : 5.3 : 84)、833nmでの発光特性は、図8に示される。この図8においては、横軸は波長(nm)、縦軸は強度(相対単位)を示している。

【0036】(実施例4)モル比で $\text{Bi}_2\text{O}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 6 : 14 : 80$ (重量比で31 : 15.8 : 53)、833nmでの発光特性は、図9に示される。この図9においては、横軸は波長(nm)、縦軸は強度(相対単位)を示している。

【0037】なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0038】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

【0039】(A) $\text{Bi}$ をドープした石英ガラスからなる光ファイバでもって、伝送歪の少ない1.3 $\mu\text{m}$ 帯の増幅器を構成することが可能である。

【0040】(B)石英系であるので伝送の石英ファイバとの融着接続等のマッチングが良好である。

【0041】(C)通常のガラス製作プロセス・材料と同じであり低価格である。

【0042】(D)高出力のレーザ媒質としての応用が可能である。

【0043】(E)出力光の半値幅が、300nmと広く(Erドープ光ファイバの5~6倍)、広い帯域をカバーすることができる。

【0044】(F)光を励起する半導体レーザとして、0.8 $\mu\text{m}$ 帯のGaAlAs系半導体レーザが使用できるので、小型、安価で実用的な光増幅器の励起用光源を構成することができる。つまり、0.8 $\mu\text{m}$ 帯の励起で、1.3 $\mu\text{m}$ 帯の光信号増幅器を構築することができ

る。

【0045】(G)量子効率が60~70%であり、従来のラマン増幅器(量子効率が高々5%)よりも高い効率を望むことができる。

【0046】(H)分散補償ファイバを使わなくても良く、低コストである。

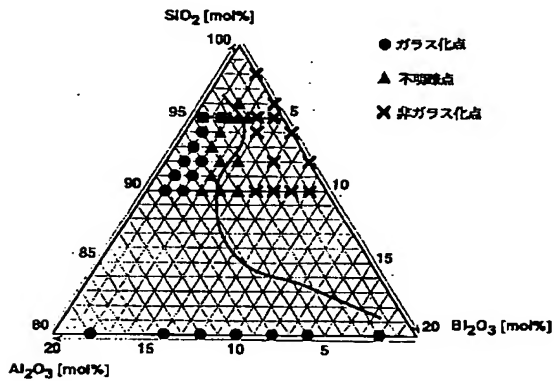
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかるBi(ビスマス)をドープした石英ガラスの組成図である。

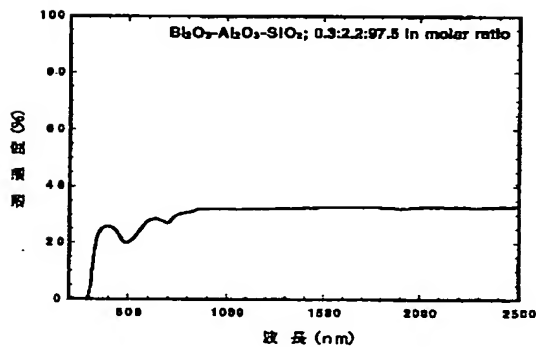
【図2】本発明の第1実施例の833nmでの発光特性図である。

【図3】本発明の第1実施例の分光透過特性図である。\*

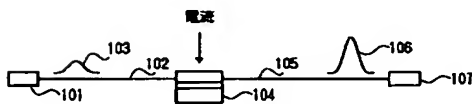
【図1】



【図3】



【図10】



\*【図4】本発明の第1実施例のX線回折特性図である。

【図5】本発明の第1実施例のスペクトル特性の要約図である。

【図6】本発明の第2実施例の833nmでの発光特性図である。

【図7】本発明の第2実施例の分光透過特性図である。

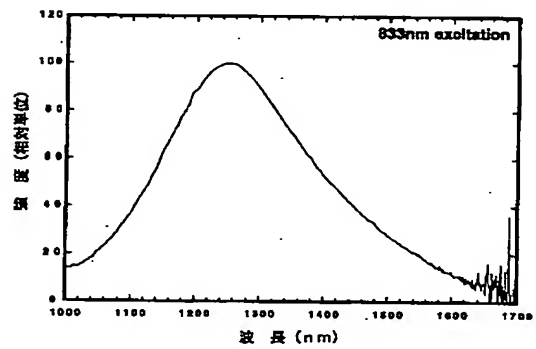
【図8】本発明の第3実施例の833nmでの発光特性図である。

【図9】本発明の第4実施例の833nmでの発光特性図である。

【図10】従来の半導体光増幅器の構成図である。

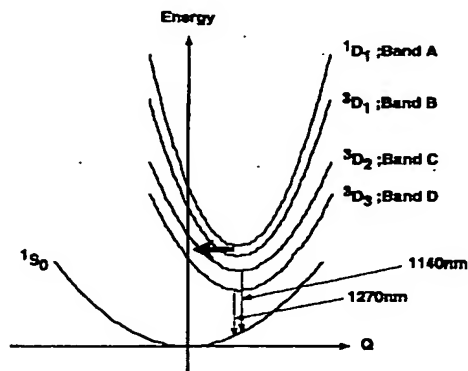
【図11】従来の光ファイバー増幅器の構成図である。

【図2】

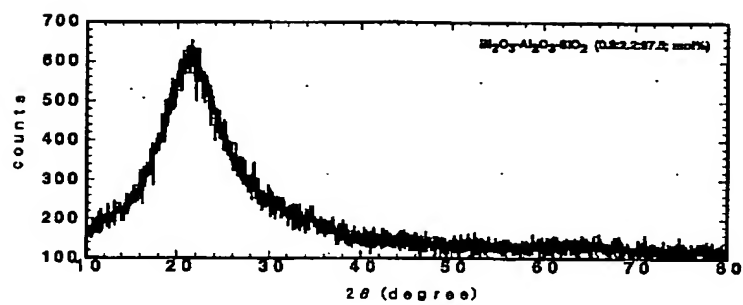


【図5】

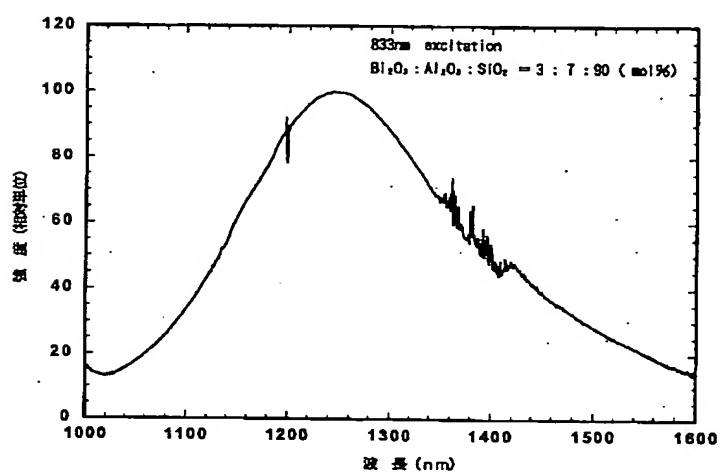
蛍光寿命 : 630 μs 室温  
吸収ピーク : 485nm, 536nm, 688nm, 781nm  
発光ピーク : 750nm, 1140nm, 1270nm



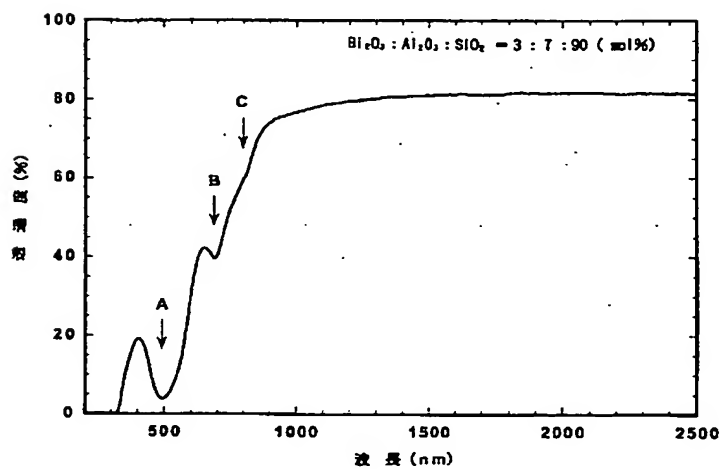
【図4】



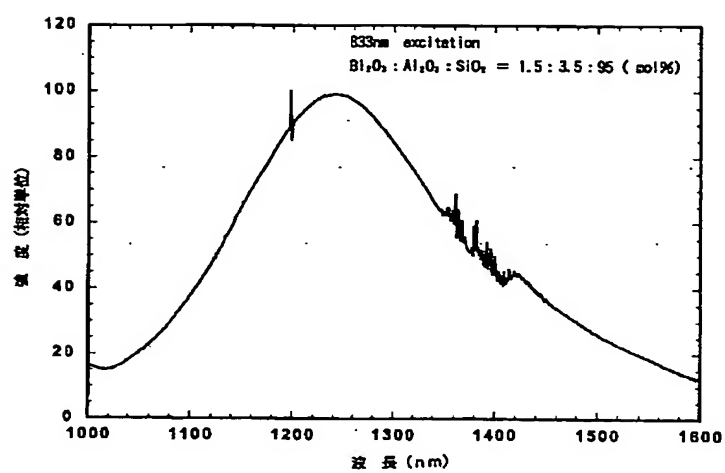
【図6】



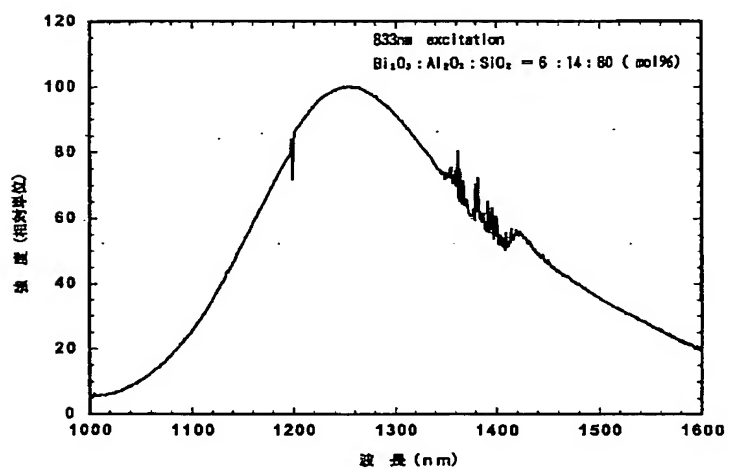
【図7】



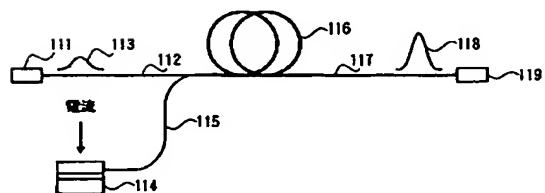
【図8】



【図9】



【図11】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H050 AA01 AB1&Z AD00  
4G062 AA06 BB02 CC01 DA07 DA08  
DB03 DB04 DC01 DD01 DE01  
DF01 EA01 EA10 EB01 EC01  
ED01 EE01 EF01 EG01 FA01  
FA10 FB01 FC01 FD01 FE01  
FF01 FG01 FH01 FJ01 FK01  
FL01 GA02 GA03 GB01 GC01  
GD01 GE01 HH01 HH03 HH05  
HH07 HH09 HH11 HH13 HH15  
HH17 HH20 JJ01 JJ03 JJ05  
JJ07 JJ10 KK01 KK03 KK05  
KK07 KK10 LA10 LB10 MM04  
NN19  
5F072 AB07 AK06 JJ20 PP07